



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 46 965 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 N 2/02**

②1 Aktenzeichen: 199 46 965.2  
②2 Anmeldetag: 30. 9. 1999  
④3 Offenlegungstag: 23. 5. 2001

DE 199 46 965 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Lewentz, Günter, 93055 Regensburg, DE; Hardt,  
Rainer, 90427 Nürnberg, DE; Zumstrull, Claus,  
93057 Regensburg, DE

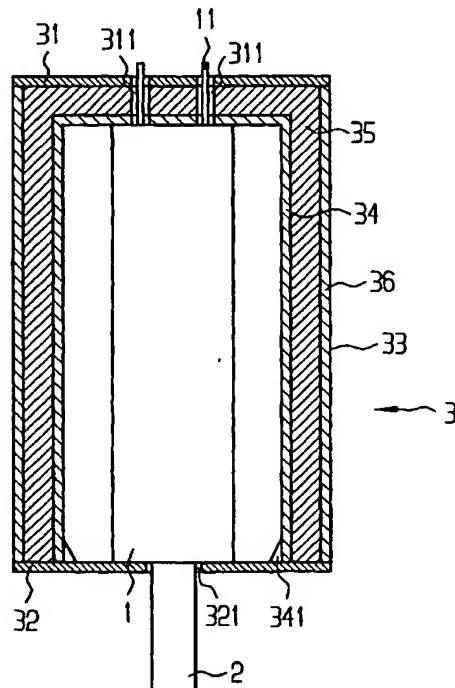
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 27 14 308 C2  
DE 197 15 487 A1  
DE 195 09 399 A1  
DE 36 00 964 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Geräuschgedämpfte Aktoreinheit mit einem Piezoelement

⑤7 Eine Aktoreinheit weist ein Piezoelement auf, das von einem Gehäuse umgeben ist, das wenigstens teilweise mit einer äußeren Schicht aus einem Werkstoff mit schwingungsdämpfenden Eigenschaften gefertigt ist.



DE 199 46 965 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Aktoreinheit mit einem Piezoelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine solche Aktoreinheit ist zum Beispiel in der DE 38 44 134 C2 beschrieben.

Zur Kraftstoffversorgung von Brennkraftmaschinen werden zunehmend Speichereinspritzsysteme eingesetzt, bei denen mit sehr hohen Einspritzdrücken und schnellen Schaltgeschwindigkeiten gearbeitet wird. Bei diesen Speichereinspritzsystemen wird Kraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe in einen Hochdruckspeicher gefördert, von dem aus der Kraftstoff mit Hilfe von Kraftstoffinjektoren in die Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Der Kraftstoffinjektor wird dabei von einem elektrisch angesteuerten Aktor betätigt, wobei sich vor allem der Einsatz von piezoelektrischen Aktoren zum Erzielen ausreichend kurzer Schaltzeiten als vorteilhaft erwiesen hat.

Bei einem solchen piezoelektrischen Aktor wird in einem aus Keramik bestehenden Piezoelement durch Anlegen einer Spannung eine Längsdehnung hervorgerufen, die auf ein Servoventil im Kraftstoffinjektor übertragen wird, das dann wiederum eine Einspritzdüse im Kraftstoffinjektor öffnet oder schließt.

Die extrem schnell schaltenden piezoelektrischen Aktoren mit Schaltzeiten im Bereich von unter 200 µs geben jedoch sehr laute und hochfrequente Schaltgeräusche ab, die insbesondere im unteren Lastbereich der Brennkraftmaschine zu einer erheblichen Geräuschbelastung führen und so den Fahrkomfort negativ beeinflussen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, eine Aktoreinheit mit einem Piezoelement bereitzustellen, das kostengünstig und platzsparend eine weitgehende Kompensation der Geräuschemission der Aktoreinheit ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Aktoreinheit gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bei der erfindungsgemäßen Aktoreinheit weist ein Piezoelement aufnehmendes Gehäuse wenigstens in einem Teilbereich eine äußere Schicht aus einem Werkstoff mit schwingungsdämpfenden Eigenschaften auf. Schallemissionsmessungen bei Aktoreinheiten mit Piezoelement haben nämlich gezeigt, daß das Gehäuse des Piezoelements selbst die entscheidende Geräuschquelle darstellt. Bei der Längsdehnung des Piezoelements wird das Gehäuse zu longitudinalen Schwingungen angeregt, wodurch eine schallerzeugende Oberfläche in der Aktoreinheit entsteht. Durch die Verwendung eines geeigneten Werkstoffes mit schalldämpfenden Eigenschaften auf der Oberfläche des Aktorgehäuses ist es deshalb möglich, die Geräuschemission des Aktorgehäuses wesentlich zu reduzieren.

Das Aktorgehäuse wird dabei vorzugsweise mit einer Graugußschicht, die Lamellen aus Graphit enthält, oder biegeelastischen Stoffen, insbesondere Silikon überzogen. Diese Werkstoff zeichnen sich durch eine hohe Schwingungs- und Geräuschkämpfung im Bereich der durch das Piezoelement im Gehäuse erzeugten Schwingungsfrequenzen aus.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Aktorgehäuse mehrschichtig aufgebaut, vorzugsweise mit einer Innenschicht, die bezüglich ihrer Ausgestaltung sowie des verwendeten Werkstoffes auf die Funktion und Auslegung des Piezoelements in der Aktoreinheit abgestimmt ist und einer geräusch- und schwingungsdämpfenden Außenschicht. Hierdurch ist es möglich, das Gehäuse sowohl in bezug auf das Piezoelement als auch in bezug auf eine Geräuschkämpfung optimal auszugestalten.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert.

tert. Es zeigen:

Fig. 1A einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aktoreinheit; und

Fig. 1B einen Querschnitt durch die in Fig. 1A gezeigte Aktoreinheit.

Fig. 1A und Fig. 1B zeigen schematisch eine Aktoreinheit, die im wesentlichen aus einem Piezoelement 1, einem mit dem Piezoelement verbundenen Betätigungsstift 2 und einem das Piezoelement aufnehmenden Gehäuse 3 besteht. Das Piezoelement 1 ist dabei vorzugsweise zylindrisch ausgeformt und kann aus mehreren übereinander gestapelten Einzelelementen aufgebaut sein, die in einer Vorspanneinrichtung verkapselt sind, wobei das Piezoelement 1 mit einer Kraft von vorzugsweise 800 bis 1000 N vorgespannt wird.

Das das Piezoelement 1 aufnehmende Gehäuse 3 ist vorzugsweise ebenfalls zylindrisch ausgebildet und setzt sich aus einer Kopfplatte 31, einer Bodenplatte 32 und einer Hülse 33 zusammen. Das Piezoelement 1 ist dabei mit einer Stirnfläche fest mit einer Innenfläche der Kopfplatte 31 verbunden, wobei zwei Kontaktstifte 11 des Piezoelements aus zwei Öffnungen 311 in der Kopfplatte 31 hervorstehen. In der Bodenplatte 32 des Gehäuses 3 ist eine weitere Öffnung 321 vorgesehen, aus der der am Piezoelement 1 angebrachte Betätigungsstift 2 herausragt, um eine Verbindung mit der Stelleinrichtung (nicht gezeigt) herzustellen.

Im Piezoelement 1 kann durch Anlegen einer Spannung an die beiden Kontaktstifte 11 eine Längsdehnung erzeugt werden, die über den Betätigungsstift 2 die Stelleinrichtung auslöst, die dann eine Düsenadel im Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff öffnet.

Die Kopfplatte 31 und die das Piezoelement 1 vollständig umfassende Hülse 33 sind in der gezeigten Ausführungsform einteilig ausgeführt und bestehen aus drei Schichten 34, 35, 36. Die innere Schicht 34 ist weiterhin über einen verbreiteten Schaftbereich 341 form- und/oder kraftschlüssig mit der Bodenplatte 32 verbunden. Diese Bodenplatte 32 kann wiederum fest an der Stelleinrichtung angebracht werden. Alternativ der gezeigten Ausführungsform kann das Gehäuse 3 auch ohne Bodenplatte 32 ausgeführt werden, wobei dann die Hülse 33 fest mit der Stelleinrichtung verbunden ist.

Der Werkstoff der inneren Schicht 34 der Kopfplatte 31 und der Hülse 33 ist auf die Auslegung und Funktion des Piezoelements 1 abgestimmt. Der Werkstoff zeichnet sich deshalb vor allem durch eine hohe Steifigkeit aus. Weiterhin kann das Material der inneren Schicht 34 so gewählt werden, daß es den Temperatureffekt der Keramik, aus der die Piezoelemente üblicherweise bestehen, kompensiert.

Die äußere Schicht 36 dagegen ist aus einem Werkstoff mit schwingungsdämpfenden Eigenschaften gefertigt, wodurch die Geräuschemission der Aktoreinheit wesentlich herabgesetzt wird. Schallemissionsmessungen haben gezeigt, daß die dominierende Geräuschquelle bei Aktoreinheiten mit einem Piezoelement 1 das das Piezoelement umfassende Gehäuse 3 ist, da die Längsdehnung des Piezoelements über die Verbindung an der Stirnseite mit dem Gehäuse das Gehäuse zu hochfrequenten Schwingungen anregt, die zu einer hohen Geräuscentwicklung führen.

Durch die Verwendung eines Werkstoffes mit schwingungsdämpfenden Eigenschaften für die äußere Schicht werden die vom Piezoelement 1 auf das Gehäuse 3 übertragenen hochfrequenten Schwingungen aufgefangen, so daß verhindert wird, daß die Gehäuseoberfläche 2 sich in eine Schallquelle verwandelt. Als besonders geeignete Werkstoffe für die äußere Schicht 36 des Gehäuses 3 haben sich dabei mit Graphitlamellen versehener Grauguß und biegeelastische Stoffe, vor allem Silikon, erwiesen. Diese Werk-

stoffe zeichnen sich durch eine hohe Dämpfung im Frequenzbereich der vom Piezoelement erzeugten mechanischen Schwingungen aus.

Die mittlere Schicht 35 im Gehäusaufbau dient dazu, den Verbund zwischen der inneren Funktionsschicht 34 und der äußeren Funktionsschicht 36 herzustellen. Als Werkstoff wird deshalb für die Zwischenschicht 35 ein Material gewählt, das sich sowohl mit dem Werkstoff der inneren als auch der äußeren Schicht gut verbindet und so für einen festen Zusammenhalt sorgt. Alternativ zu dem in Fig. 1A gezeigten einstückigen Aufbau von Kopfplatte 31 und Hülse 33 besteht auch die Möglichkeit, diese beiden Bauteile getrennt anzufertigen. Weiterhin ist für eine Schalldämpfung ausreichend, wenn allein die Hülse 33 mit einer äußeren schalldämpfenden Schicht versehen ist. Es besteht darüber hinaus auch die Möglichkeit, die Hülse 33 ganz aus einem schalldämpfenden Material zu fertigen.

#### Patentansprüche

1. Aktoreinheit mit einem Piezoelement (1), das geeignet ist über eine Wirkverbindung (2) eine Stelleinrichtung zu betätigen, und einem das Piezoelement umgebenden Gehäuse (3), wobei ein oberer Endabschnitt des Gehäuses form- und/oder kraftschlüssig mit dem Piezoelement verbunden ist, und ein unterer Endabschnitt des Gehäuses mit der Stelleinrichtung form- und/oder kraftschlüssig verbunden werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens ein Abschnitt (31, 33) des das Piezoelement umgebenden Gehäuses (3) in seinem Außenbereich aus einem Werkstoff mit schwingungsdämpfenden Eigenschaften gefertigt ist.
2. Aktoreinheit gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff mit den schwingungsdämpfenden Eigenschaften ein mit Graphitlamellen versetzter Grauguß ist.
3. Aktoreinheit gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff mit den schwingungsdämpfenden Eigenschaften ein biegeelastischer Stoff, vorzugsweise Silikon ist.
4. Aktoreinheit gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt (31, 33) des Gehäuses (3) in Sandwichbauweise gefertigt ist, wobei eine innere Schicht (34) aus einem Werkstoff besteht, der auf funktionsrelevante Effekte des Piezoelements (1) abgestimmt ist, und eine äußere Schicht (36) aus dem Werkstoff mit den schwingungsdämpfenden Eigenschaften besteht.
5. Aktoreinheit gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt (31, 33) des Gehäuses einen Dreischichtaufbau mit einer mittleren Verbundschicht (35) besitzt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1 A

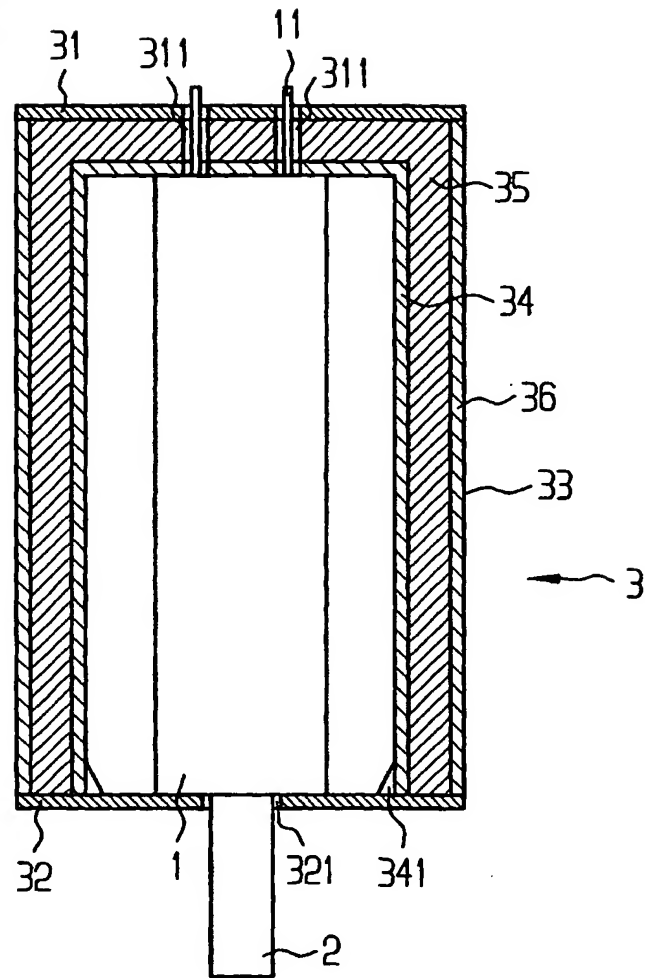


FIG 1 B

